

VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CLIMATOLOGÍA

CLIMA, CIUDAD Y ECOSISTEMAS

Cambio climático e impacto en países ibéricos e iberoamericanos

CONFERENCIA

Miércoles, 24 noviembre 2010

Impactos del cambio climático en los recursos hídricos: herramientas de modelización

Salón de Actos del Edificio del Rectorado
Universidad Autónoma de Madrid
24-26 noviembre 2010

Información: 91 497 67 63
Fax 91 497 40 42
congresoae@uam.es
www.aeclim.org

La asistencia al Congreso se convalidará por 2 créditos de libre elección

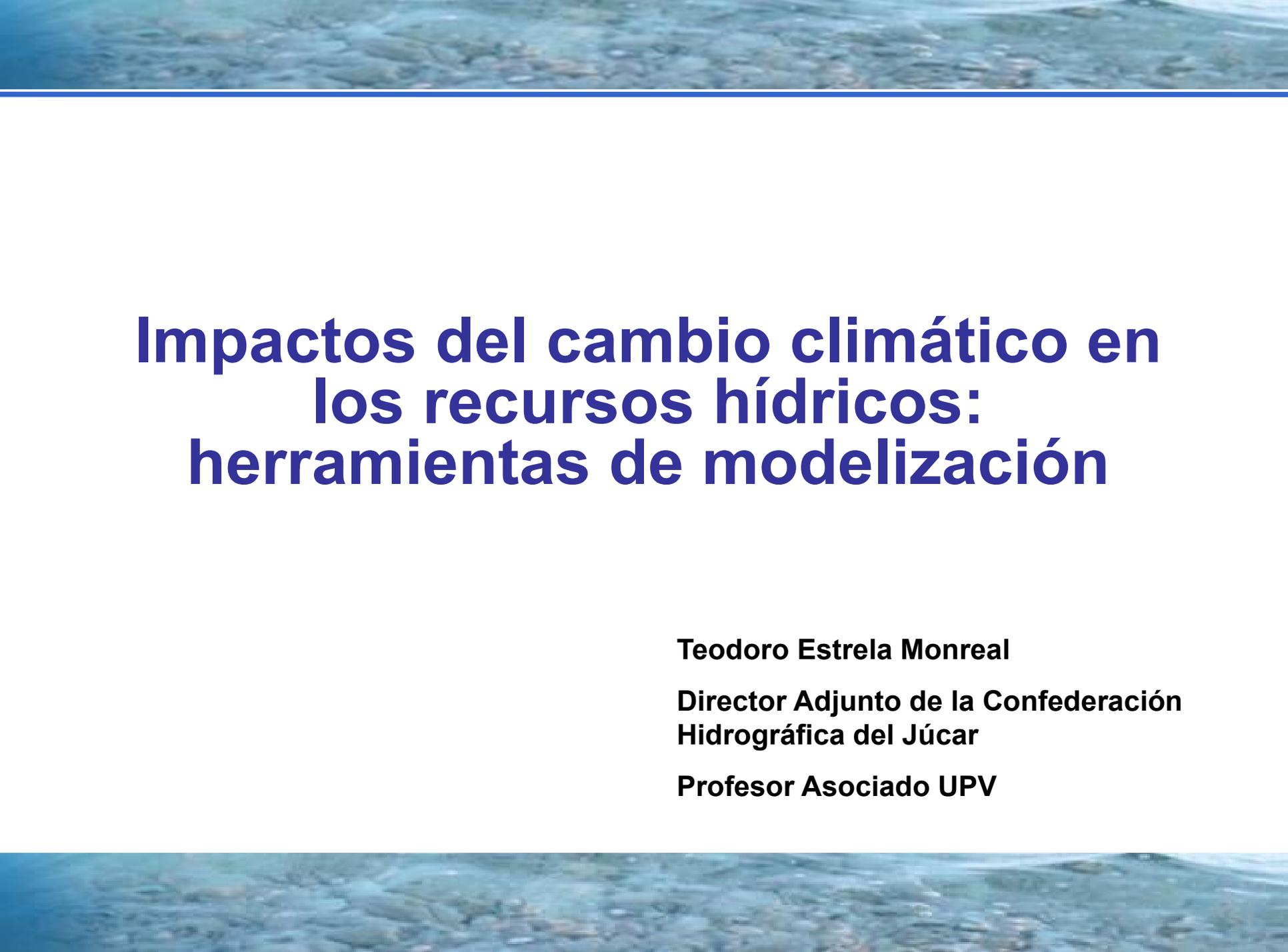
Organizan:



Colaboran:



www.aeclim.org



Impactos del cambio climático en los recursos hídricos: herramientas de modelización

Teodoro Estrela Monreal

**Director Adjunto de la Confederación
Hidrográfica del Júcar**

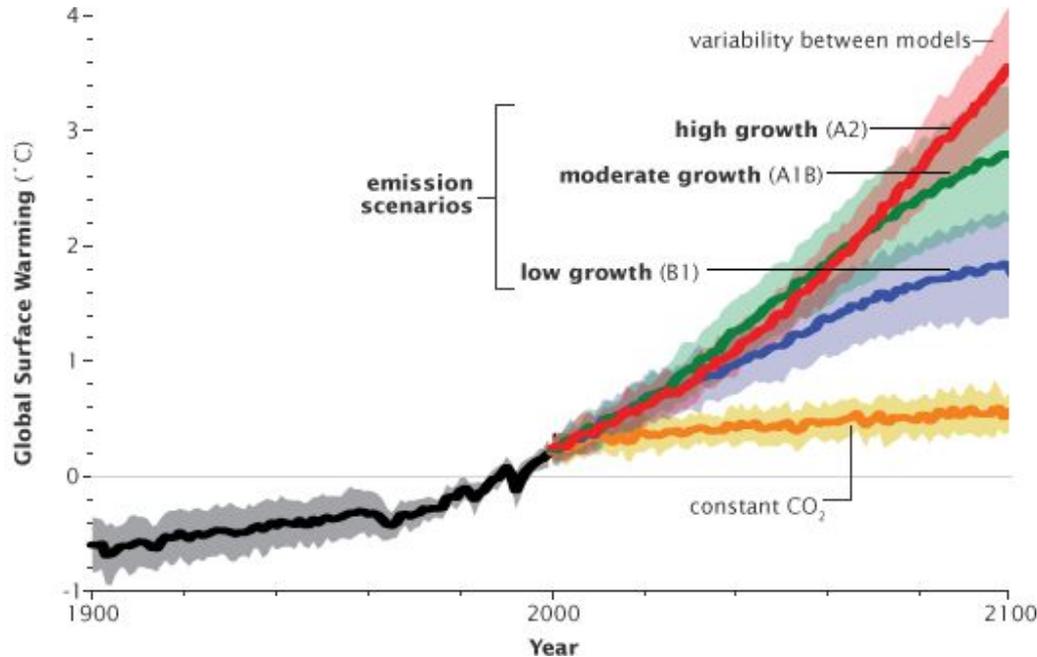
Profesor Asociado UPV

Introducción

- El sector de los recursos hídricos es un sector estratégico en España.
- Las evidencias y proyecciones climáticas apuntan a que dichos recursos se verán seriamente afectados por el cambio climático.
 - Modificaciones de la temperatura y la precipitación repercuten en los recursos hídricos
 - Necesidad de disponer de escenarios climáticos de temperatura y precipitación

Introducción

Escenarios climáticos 4º Assessment Report (AR4) IPCC

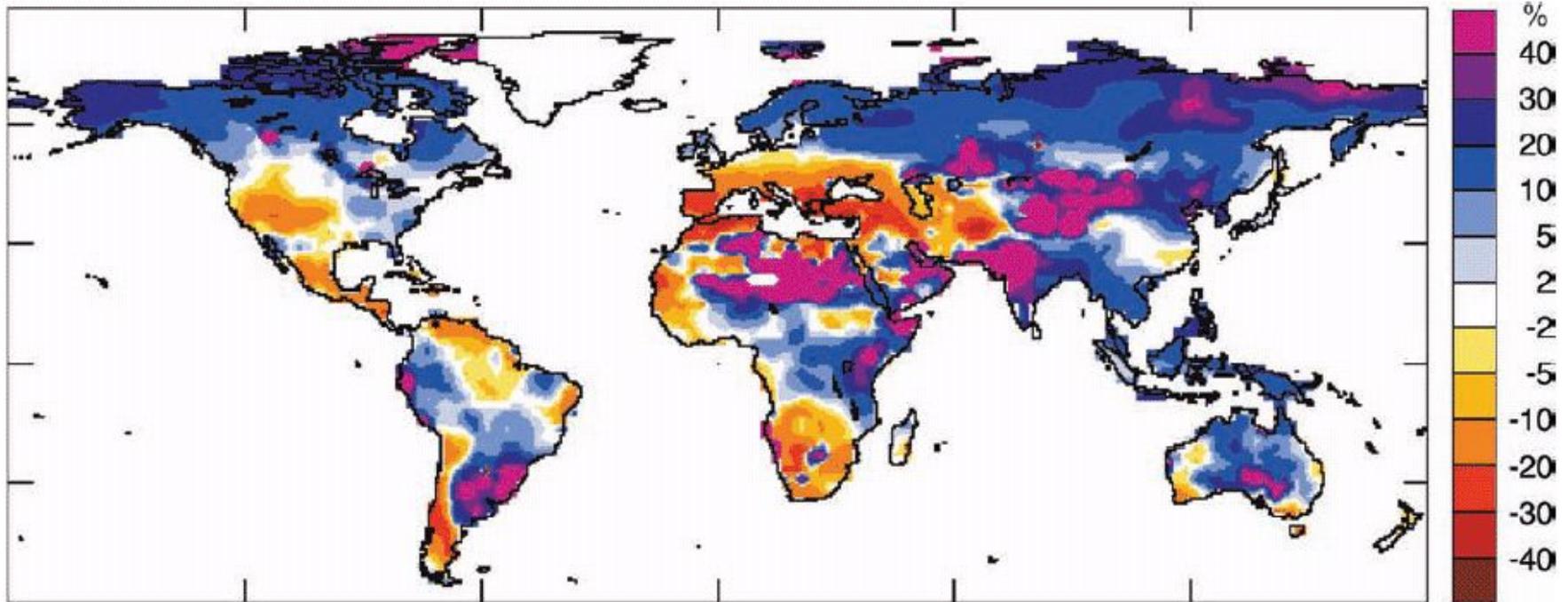


IPCC escenarios climatológicos: “escenarios” son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la Tierra puede cambiar en el futuro.

Incrementos de temperatura referidos al periodo 1980-1999

Fuente: IPCC Fourth Assessment Report (AR4): WGI: Climate Change 2007: The Physical Science Basis

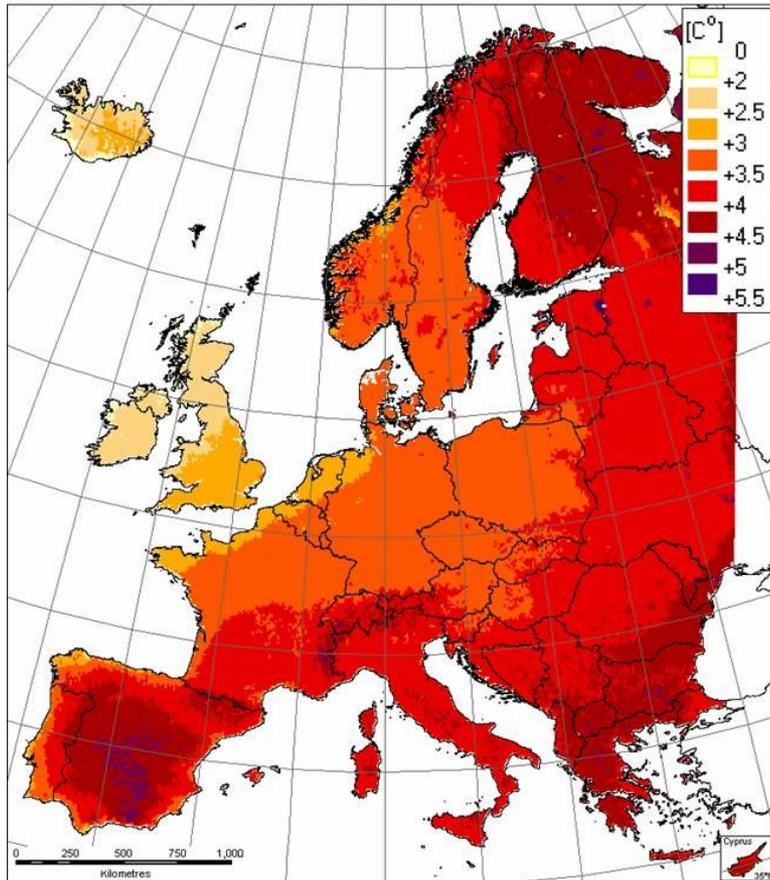
Introducción



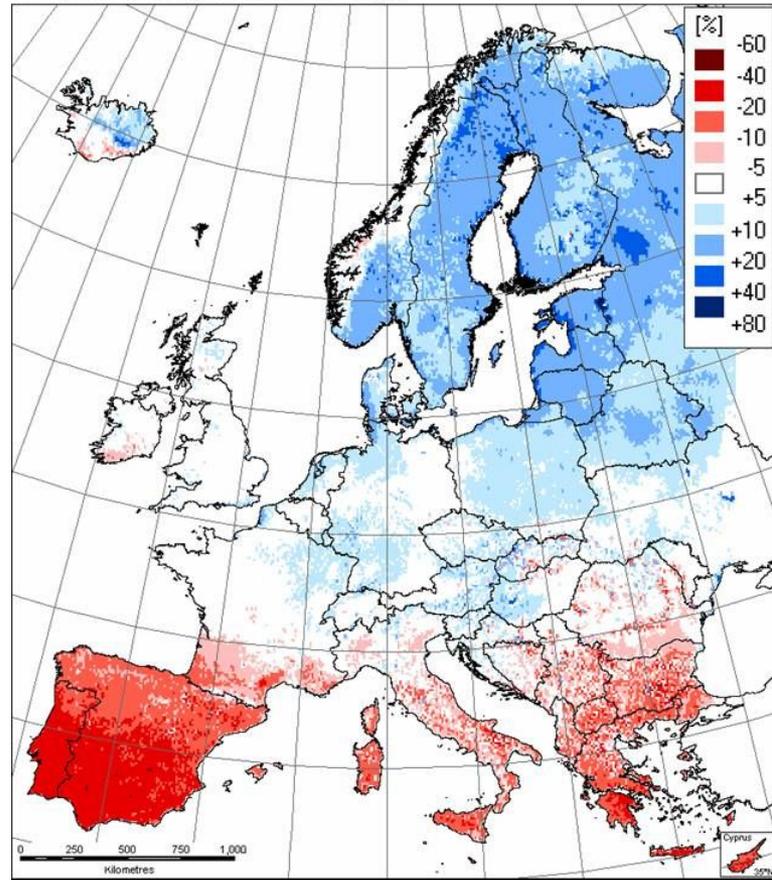
Variación porcentual de la escorrentía en el mundo en el escenario A1 del Informe Especial de Escenarios de Emisión (SRES), elaborado a partir de los resultados de 12 modelos de clima (IPCC, 2007)

Introducción

Temperature: change in mean annual temperature [C°]



Precipitation: change in annual amount [%]



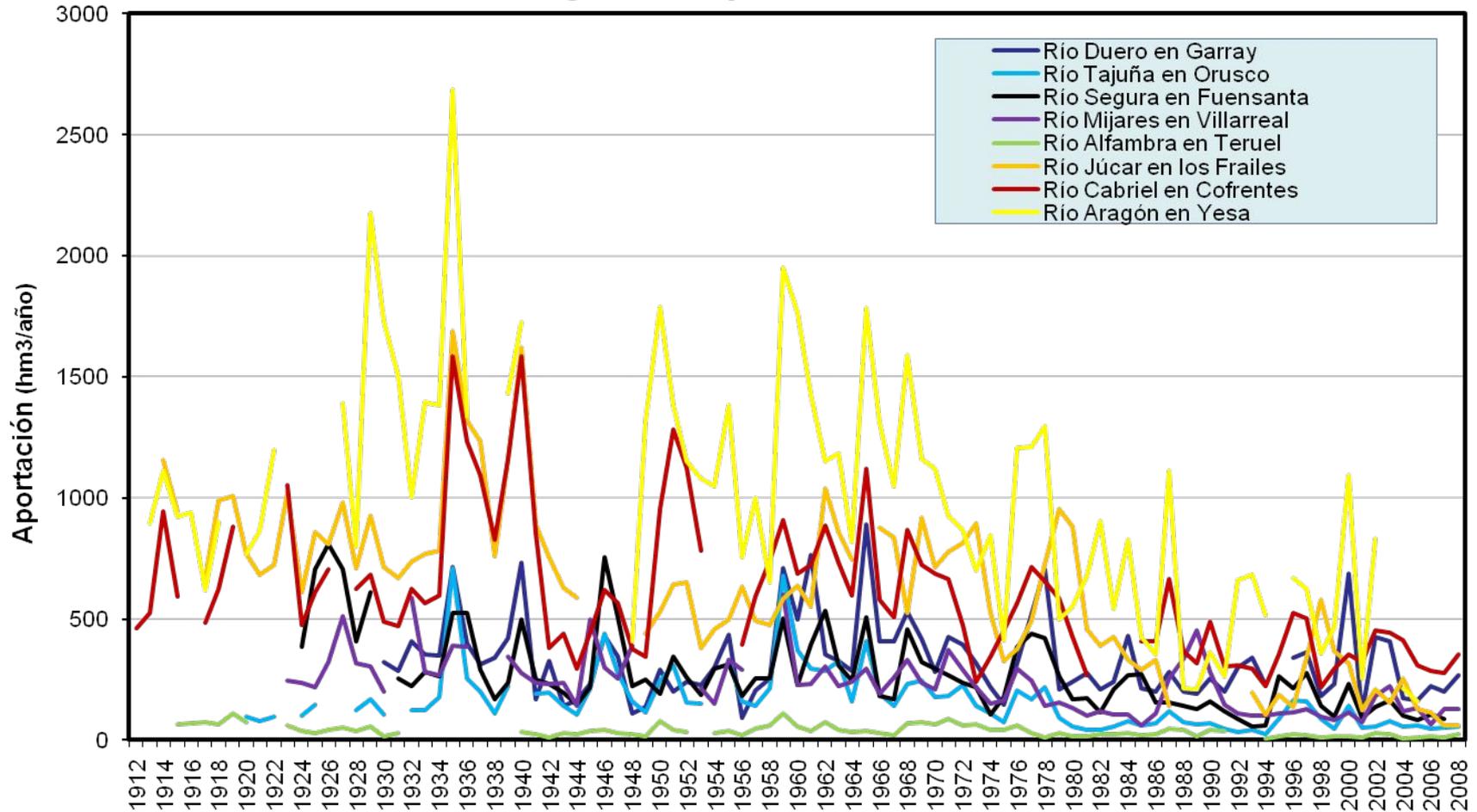
**Cambios en la temperatura y en la precipitación media anual.
Fuente: Escenarios A2 para 2071-2100 Green Paper. Comisión Europea.**

Introducción

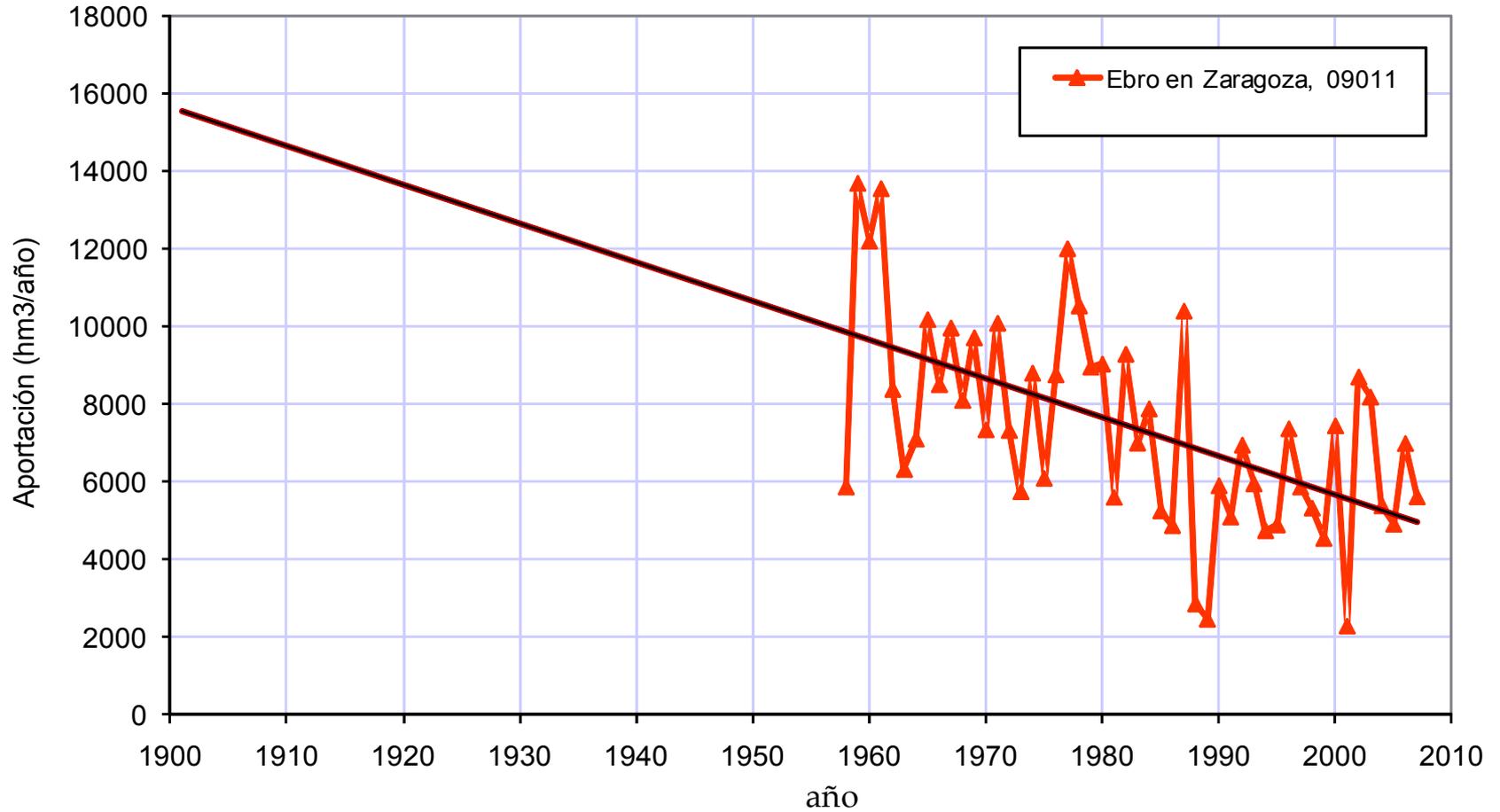
- El cambio climático previsiblemente modificará los recursos hídricos.
- La detección de los efectos del cambio climático en los recursos hídricos no es fácil. La variabilidad natural del régimen hidrológico hace difícil establecer tendencias.
- Necesidad de evaluar los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos mediante modelación hidrológica.

Introducción

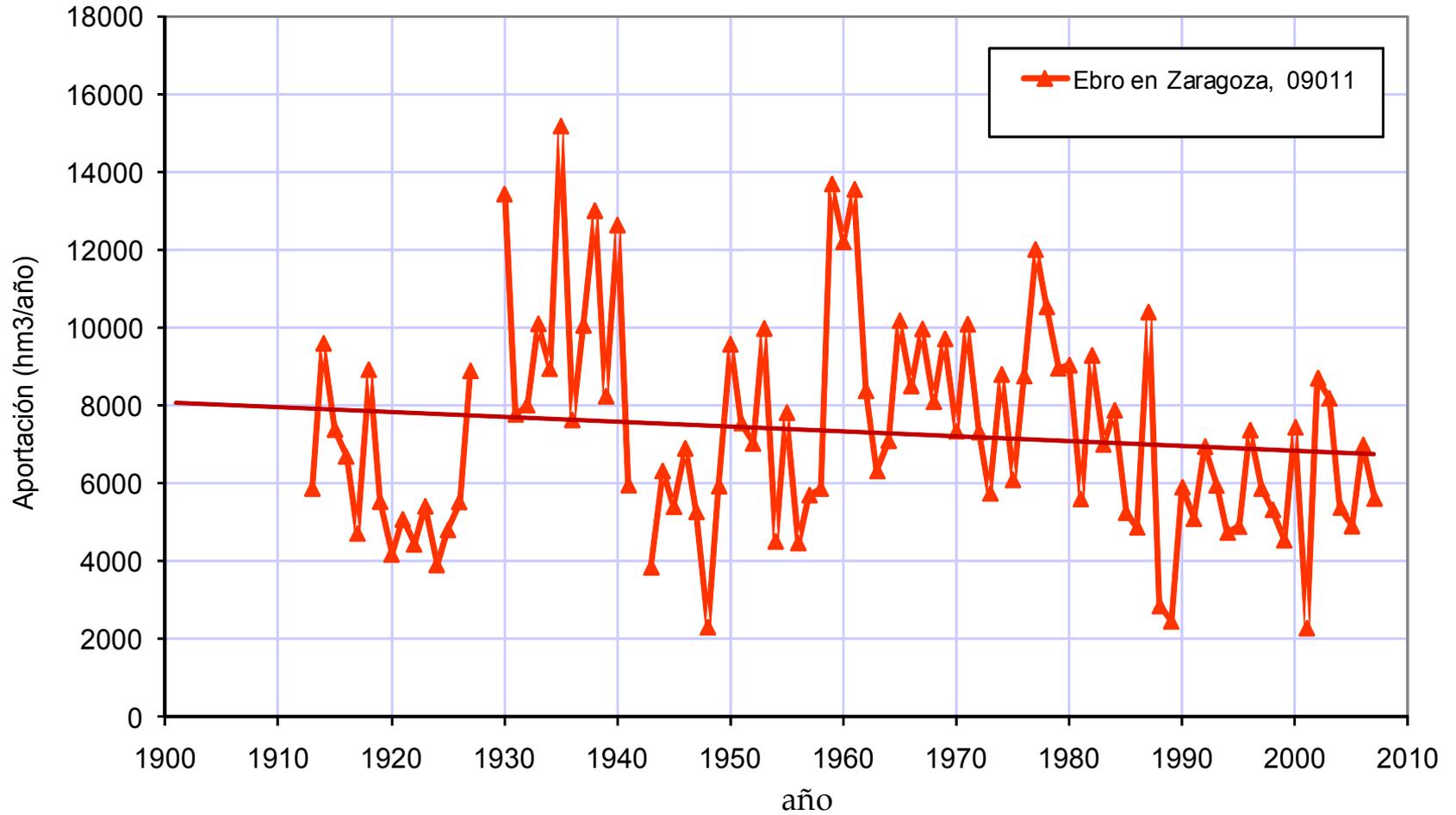
Series largas de aportaciones de ríos



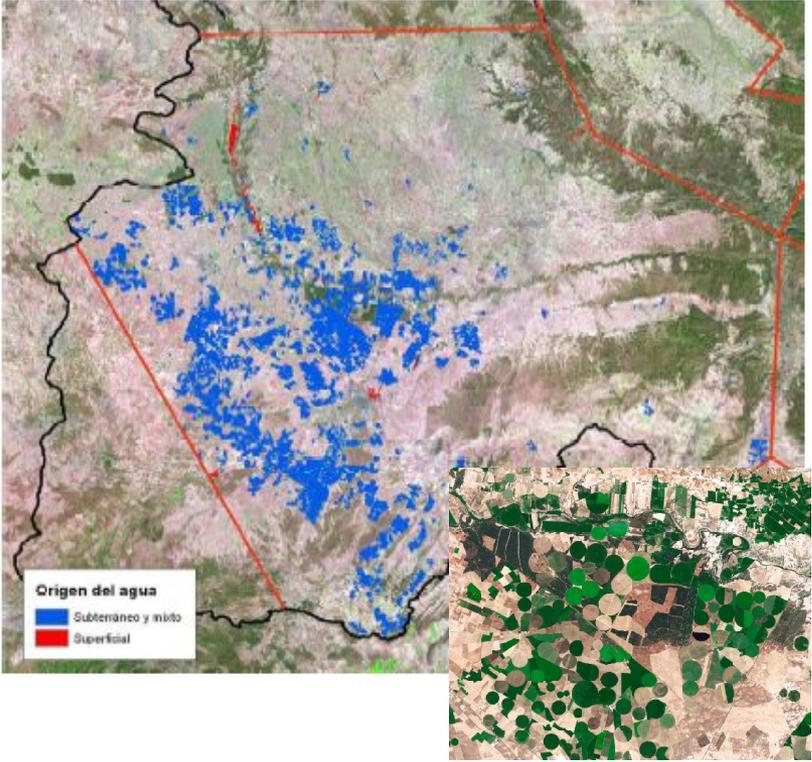
Introducción



Introducción



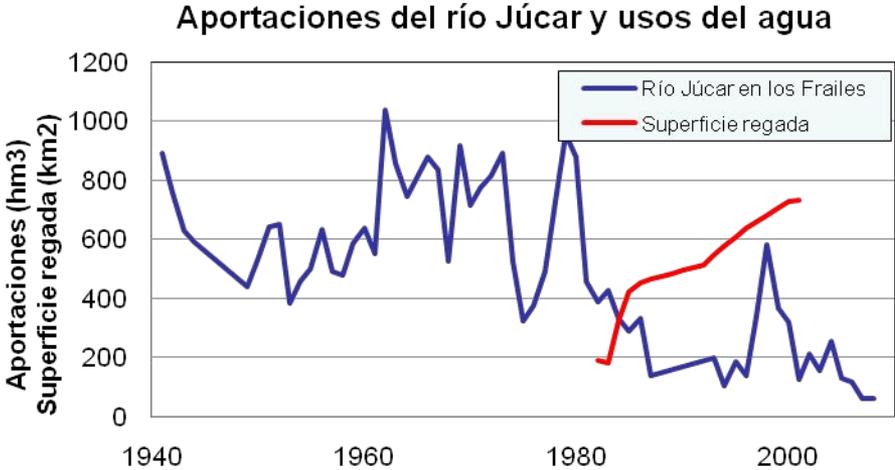
Introducción



Regadío en el acuífero de la Mancha Oriental



Río Júcar en los Frailes



Evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos en España

- Modelos de simulación hidrológica
 - Agregados anuales
 - Distribuidos anuales
 - Distribuidos mensuales
- Entradas: escenarios de campos climáticos (P, T)
- Salidas: escorrentías, evapotranspiración, aportaciones de los ríos, recargas a los acuíferos,...

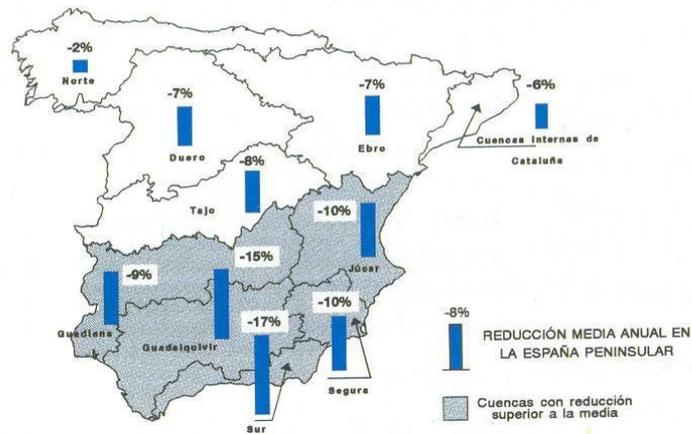
Modelos agregados regionales

- Ayala-Carcedo et al (1996) emplean un modelo agregado regional para cada una de las grandes cuencas hidrográficas españolas.
- Escenario climático propuesto INM: modelo Hadley Center horizonte 2060 (incremento de 2,5 °C de temperatura media anual y descenso de un 8% de la precipitación media anual).
- Reducción global de los recursos hídricos del 17%, con cambios mayores en la mitad Sur de España.

Modelos agregados regionales

Escenario de precipitación

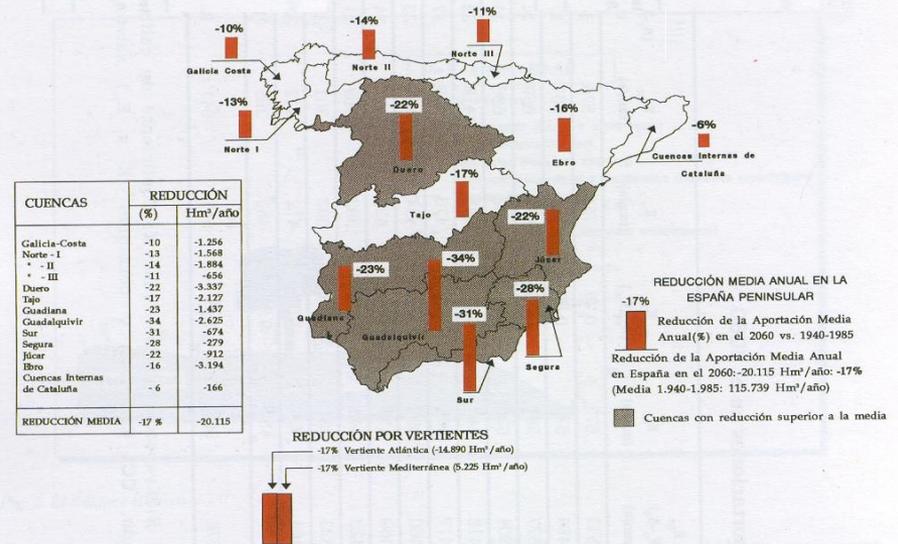
REDUCCIÓN ESPERABLE DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR PARA EL 2060 POR EL POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO, POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS



FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología, 1.995

Reducción de aportación

REDUCCIÓN ESPERABLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS MEDIOS EN LA ESPAÑA PENINSULAR PARA EL 2060 POR EL POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO, POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS



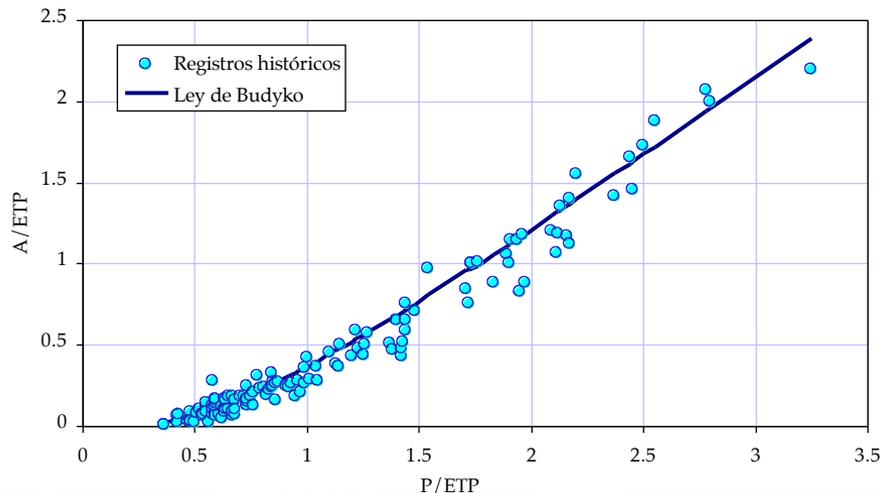
Descenso previsto de los Recursos Hídricos para el 2060 (Ayala-Carcedo, 1996b).

Modelos distribuidos anuales

En el Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 2000) se evaluó, de forma distribuida espacialmente (celdas 1 km x 1km), el efecto del Cambio Climático sobre las escorrentías en España.

Escenarios climáticos deducidos del Programa Nacional del Clima para el año 2030:

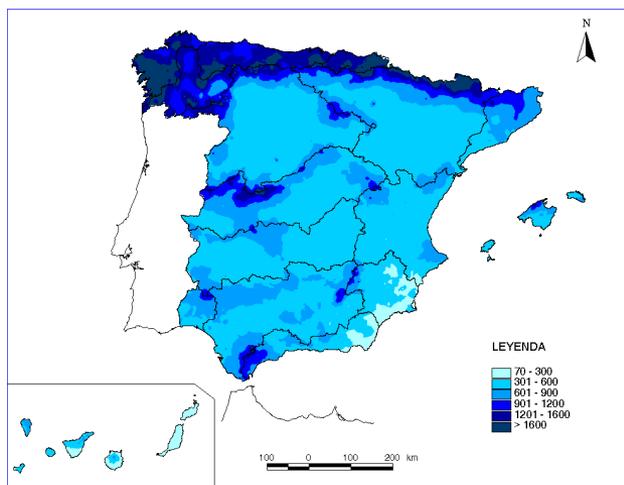
- Escenario 1. Aumento de 1°C en la temperatura media anual.
- Escenario 2. Disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1°C en la temperatura.



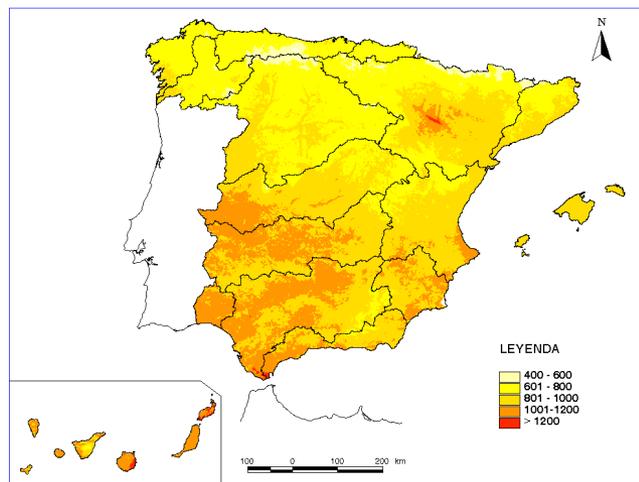
Aplicación modelo Budyko
(contrastado previamente en
130 estaciones de aforo)

$$A = P e^{-ETP/P}$$

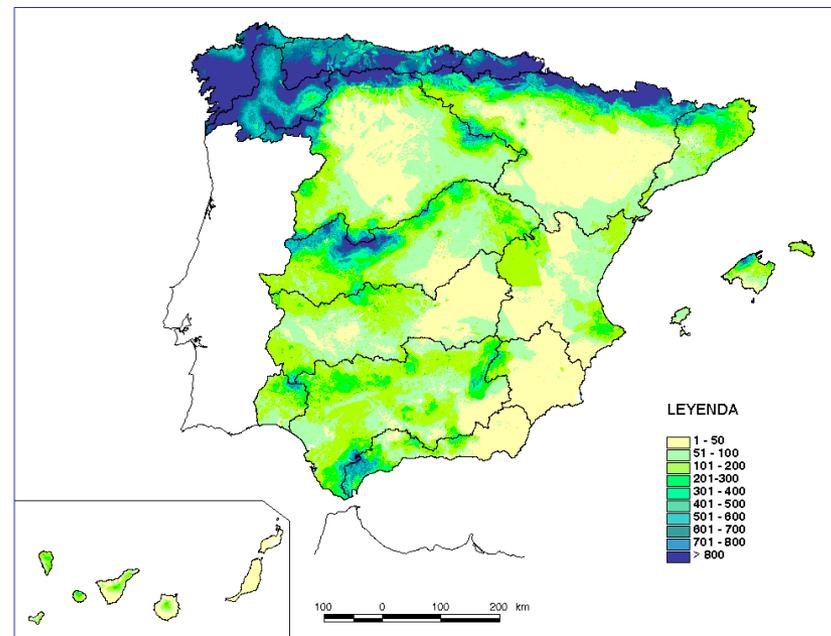
Modelos distribuidos anuales



Precipitación media anual(mm/año)

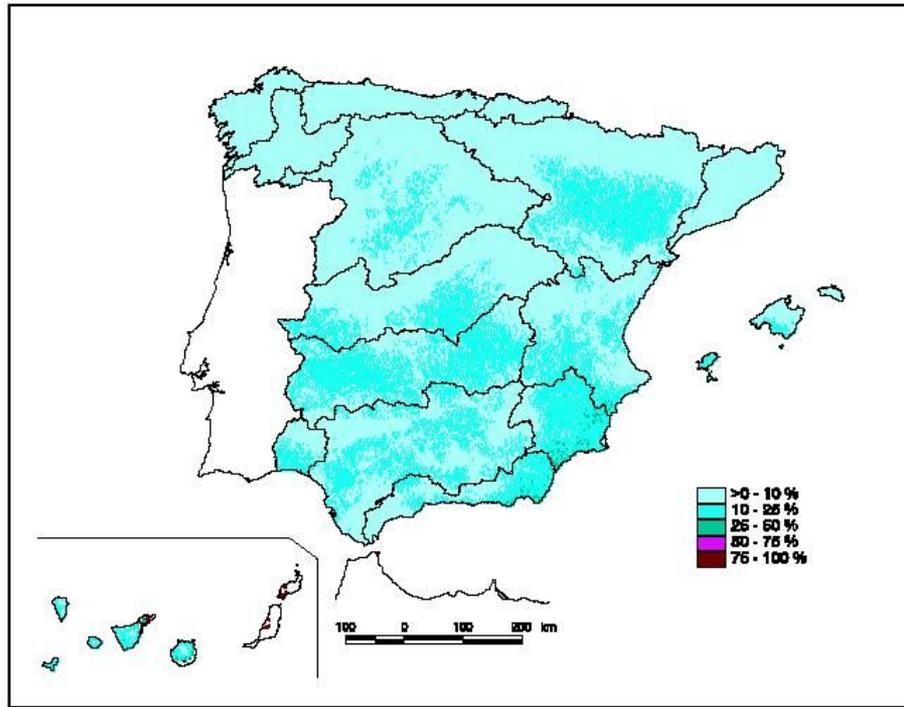


Evapotranspiración potencial
media anual (mm/año)

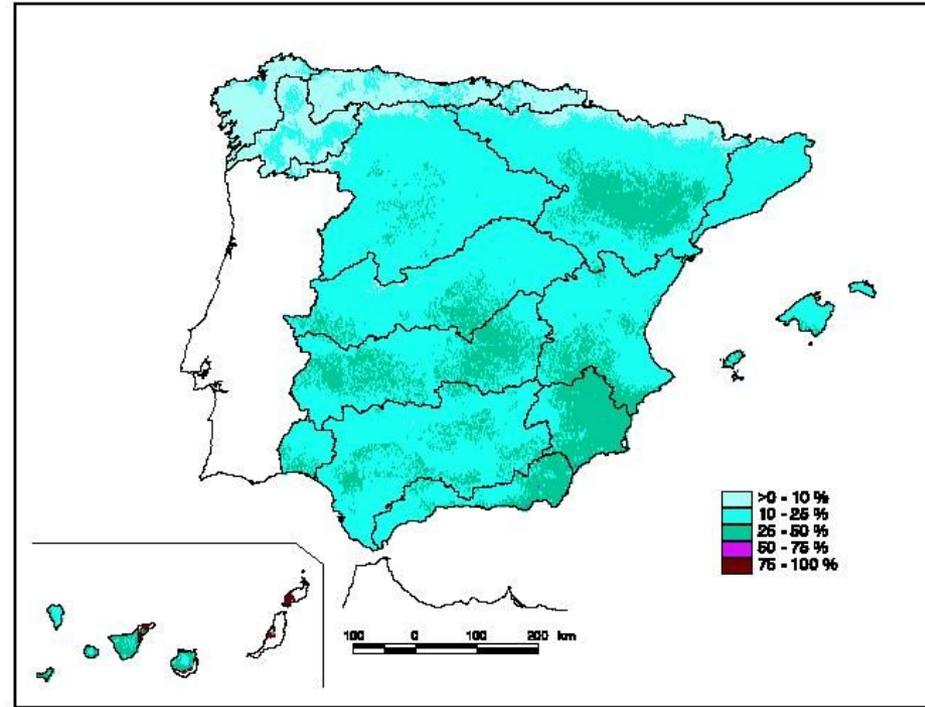


Escorrentía media anual
(mm/año)

Modelos distribuidos anuales



Reducción de la escorrentía total en el escenario 1 (incremento de 1° C de temperatura)



Reducción de la escorrentía total en el escenario 2 (incremento de 1° C de temperatura y descenso de 5% de precipitación)

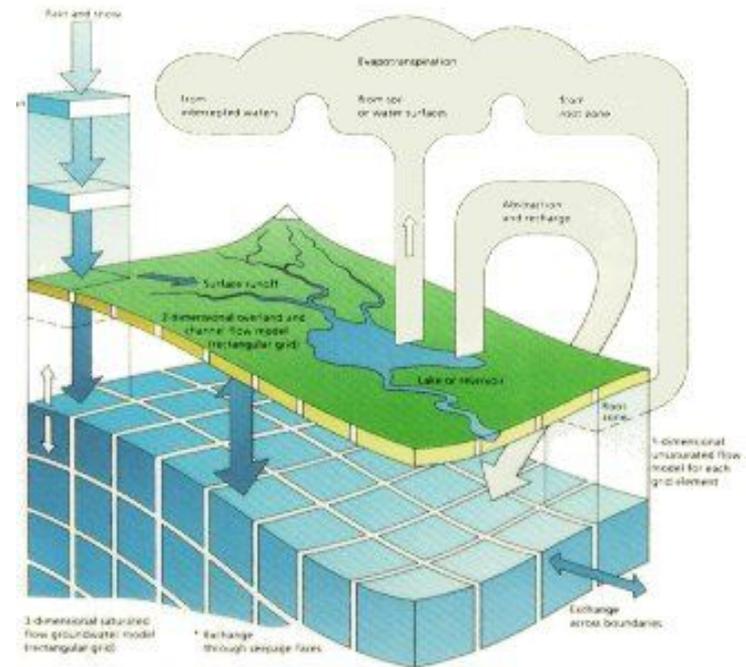
Modelos distribuidos anuales

Ámbito	Escenario 1	Escenario 2
Norte I	-3	-10
Norte II	-2	-10
Norte III	-2	-9
Duero	-6	-16
Tajo	-7	-17
Guadiana I	-11	-24
Guadiana II	-8	-19
Guadalquivir	-8	-20
Sur	-7	-18
Segura	-11	-22
Júcar	-9	-20
Ebro	-5	-15
C.I. Cataluña	-5	-15
Galicia Costa	-2	-9
Baleares	-7	-18
Canarias	-10	-25
España	-5	-14

Porcentaje de disminución de la aportación total por ámbitos de planificación (MIMAM, 2000)

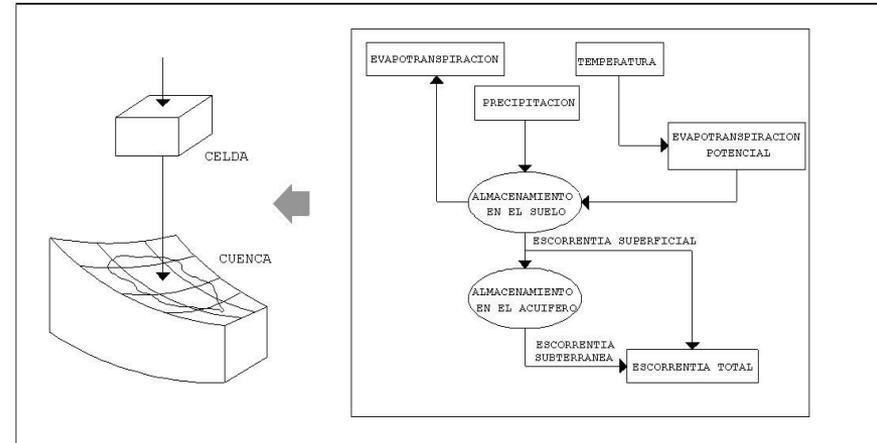
Modelos distribuidos mensuales

- Simulación completa del ciclo hidrológico
- Variables simuladas: precipitación, nieve, evapotranspiración, humedad en el suelo, escorrentía superficial, recarga a los acuíferos, volumen en los acuíferos, escorrentía subterránea,
- Modelos conceptuales, físicamente basados,
- Escalas temporales: día a mes



Modelos distribuidos mensuales

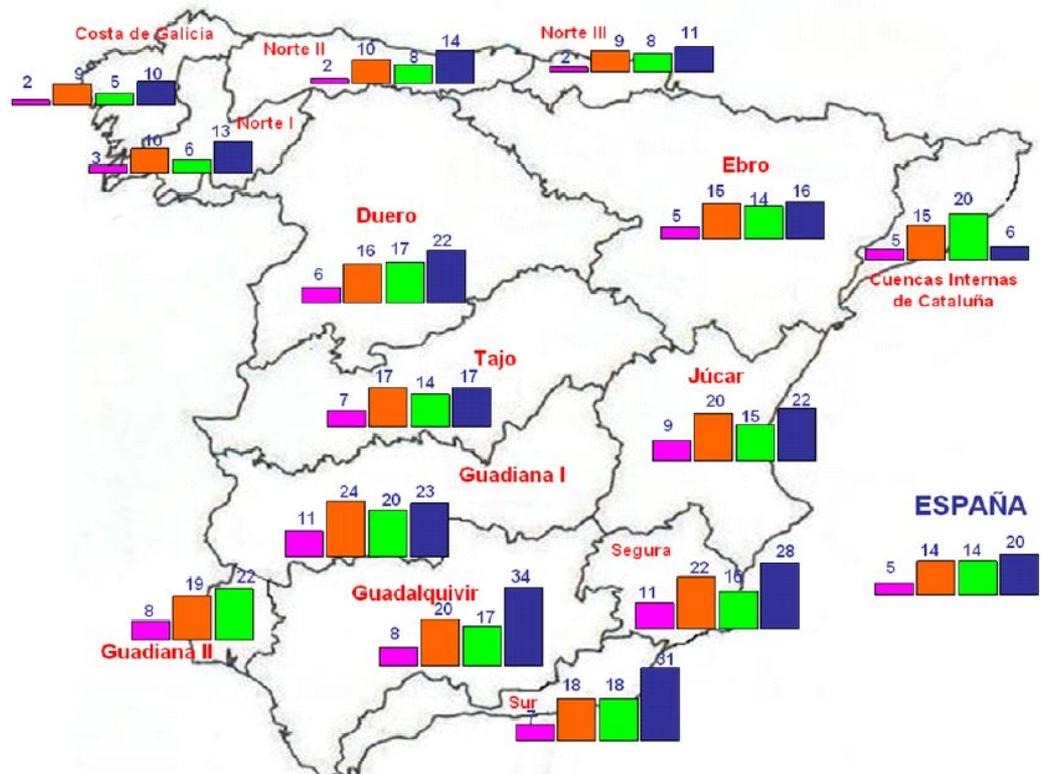
- P. Fernández (2.002) estudia el impacto del CC sobre los recursos hídricos en 19 pequeñas cuencas distribuidas en toda España.
- Utiliza el modelo distribuido conceptual SIMPA del CEDEX.
- Escenarios climáticos: LBAE, modelos MCG (UKMO) y modelos regionales (PROMES).
- Concluye con la necesidad de la simulación mensual.



Modelo distribuido conceptual SIMPA

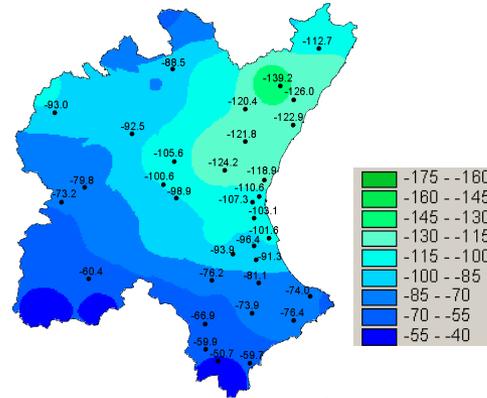
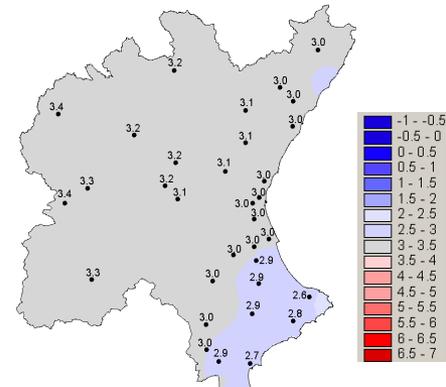
Modelos de simulación hidrológica

Hernández Barrios (2007) presenta un resumen de los resultados obtenidos en los principales estudios desagregados por cuencas hidrográficas.

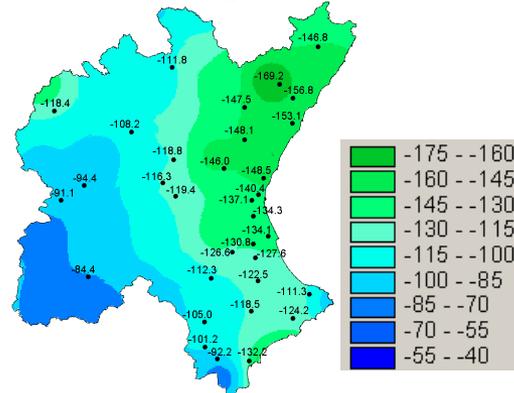
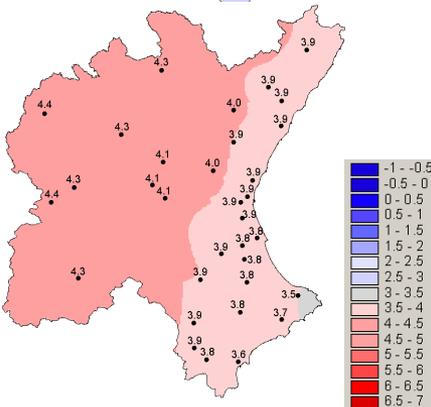


Estudio	Referencia	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Año 2030					
CEDEX	CEDEX (1998)	T=(+1C) P=(sin cambio)	T=(+1C) P=(-5%)	T=(Modelo Promes) P=(sin cambios)	
Libro Blanco de España	MIMAM (2000)				
Fernández C.P.	Fernández (2002)				
Año 2060					
Ayala-Carcedo	Ayala et al (1996)				T=(+2.5 C) P=(-8 %)

Modelos de simulación hidrológica



A2
periodo 2070-
2100



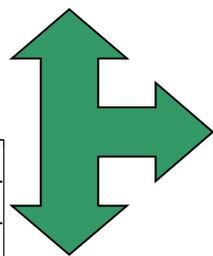
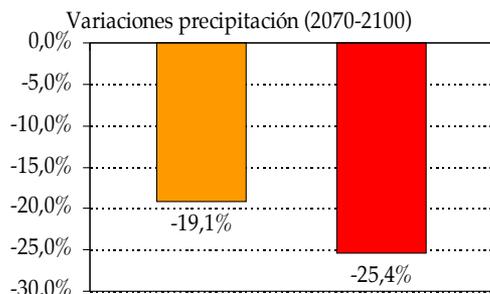
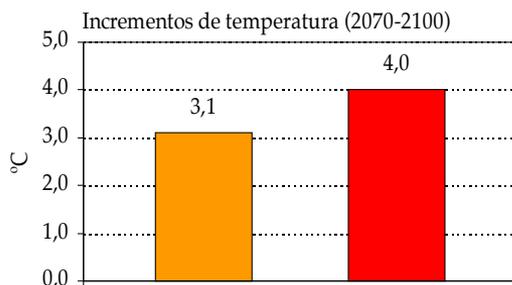
B2
periodo
2070-2100

Temperatura

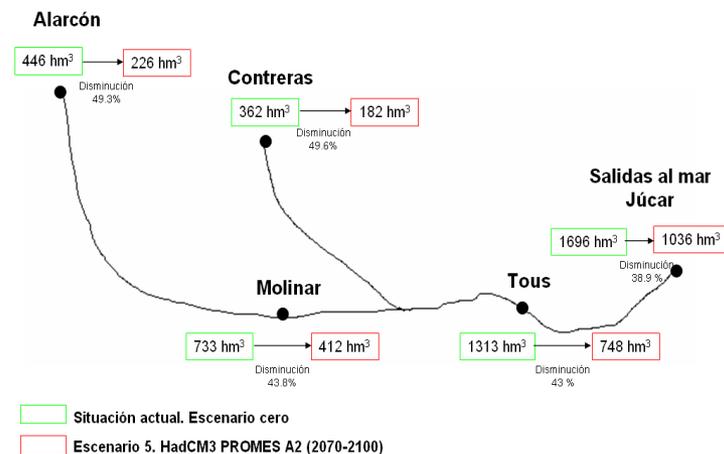
Precipitación

Hernández Barrios (2007) analiza los resultados de los escenarios climáticos de la temperatura y la precipitación SRES PROMES a partir del HadCM3 en la Confederación Hidrográfica del Júcar

Modelos de simulación hidrológica



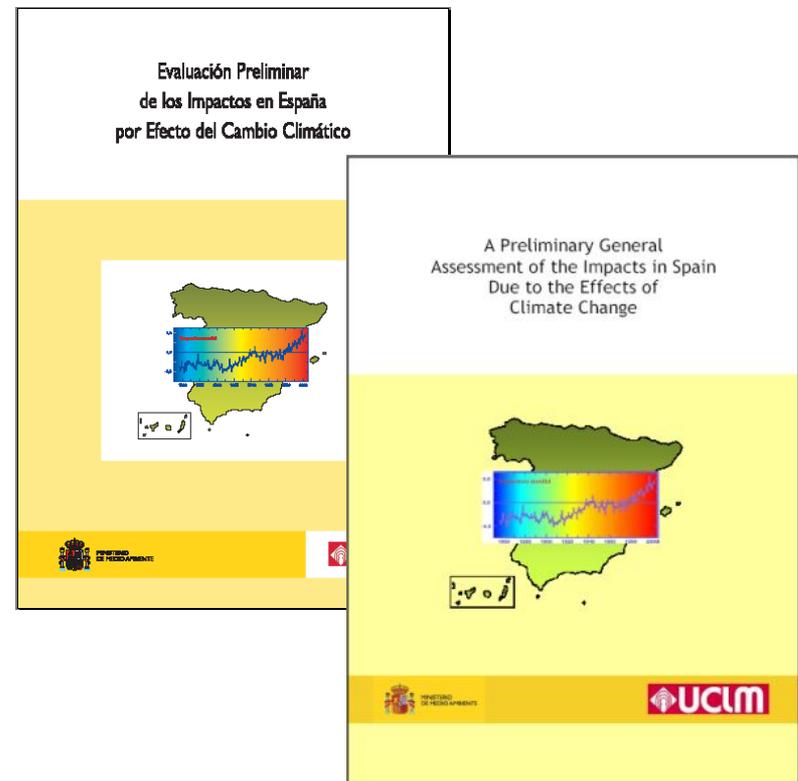
Las mayores reducciones se dan en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, que son zonas estratégicas.



Plan Nacional de Adaptación al CC: Pasos previos

Proyecto ECCE: Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático (2003-2005)

Objetivo del proyecto:
revisar el estado del arte
de los impactos del
cambio climático y
establecer las bases
para las futuras
iniciativas de adaptación
al cambio climático en
España



Plan Nacional de Adaptación al CC: Pasos previos

Principales conclusiones del Informe Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático (2005) en relación a los recursos hídricos:

- Disminución general de los recursos hídricos.
- Reducción en aportaciones de hasta el 50% en las regiones áridas y semiáridas.
- La temporalidad en la distribución de precipitaciones y temperaturas incide, en ocasiones, en los recursos hídricos con mayor entidad que los valores medios.
- Necesidad de mejorar y extender los sistemas y redes de control e investigar en procesos hidrológicos y modelos de simulación.
- Necesidad de tener en cuenta el cambio climático en las políticas hidráulicas y en sus regulaciones.

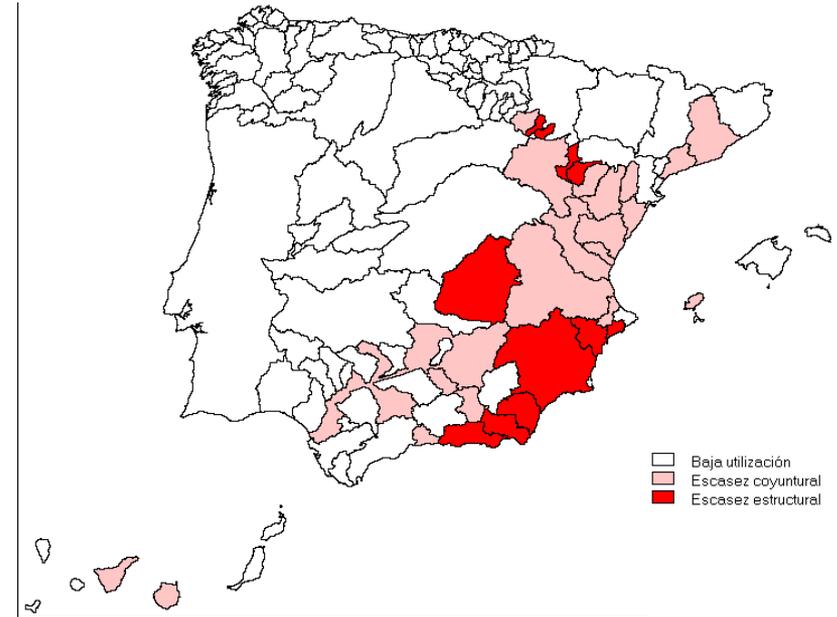
Plan Nacional de Adaptación al CC: Pasos previos

- Los territorios con mayor “stress hídrico” son los más vulnerables a posibles variaciones en los recursos hídricos debidas a un cambio climático.
- Un indicador de “stress hídrico” es el denominado *índice de consumo*, que se obtiene como el cociente entre la demanda consuntiva y el recurso potencial.

Plan Nacional de Adaptación al CC: Pasos previos



Mapa de reducción de escorrentía con disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1°C en la temperatura



Mapa de riesgo de escasez en función del índice de consumo en los sistemas de explotación de recursos (MMA, 2000)

Plan Nacional de Adaptación al CC

El informe sobre Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático (2003-2005) pone de relieve la necesidad de evaluar en profundidad los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos dentro del marco del *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en España*

Actividades principales del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2006)

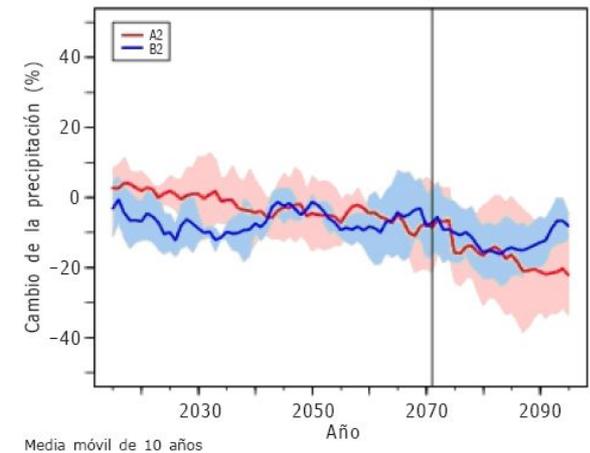
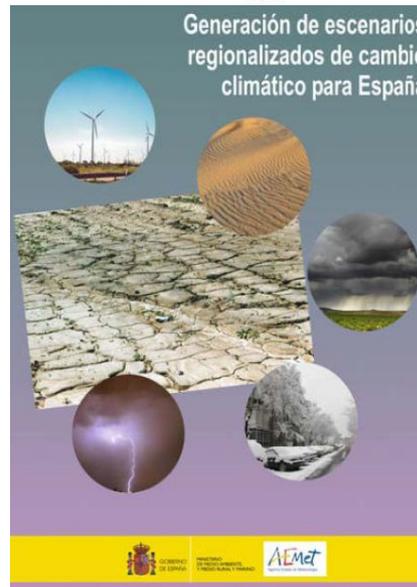
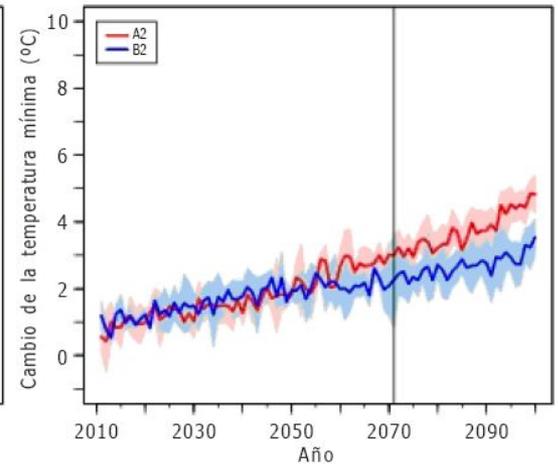
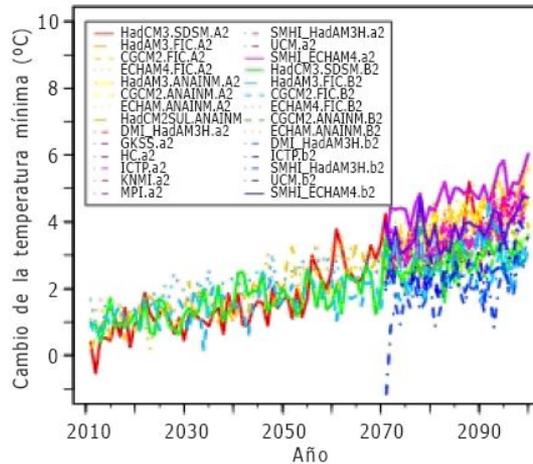
Estudio de los efectos potenciales del cambio climático en:

- Los recursos hídricos en régimen natural.
- Las demandas de agua (riego, abastecimiento urbano e industria), incluyendo propuestas de estrategias de adaptación.
- Los recursos hídricos disponibles en los sistemas de explotación de recursos.
- El estado ecológico de las masas de agua

El Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX está realizando estos trabajos bajo la dirección de la Dirección General del Agua.

Escenarios del Plan Nacional de Adaptación al CC

- Análisis de escenarios climáticos regionalizados para España y facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología.
- Aplicación de técnicas de regionalización a las proyecciones de los AOGCM para mejorar la resolución espacial para su utilización en modelos de impacto

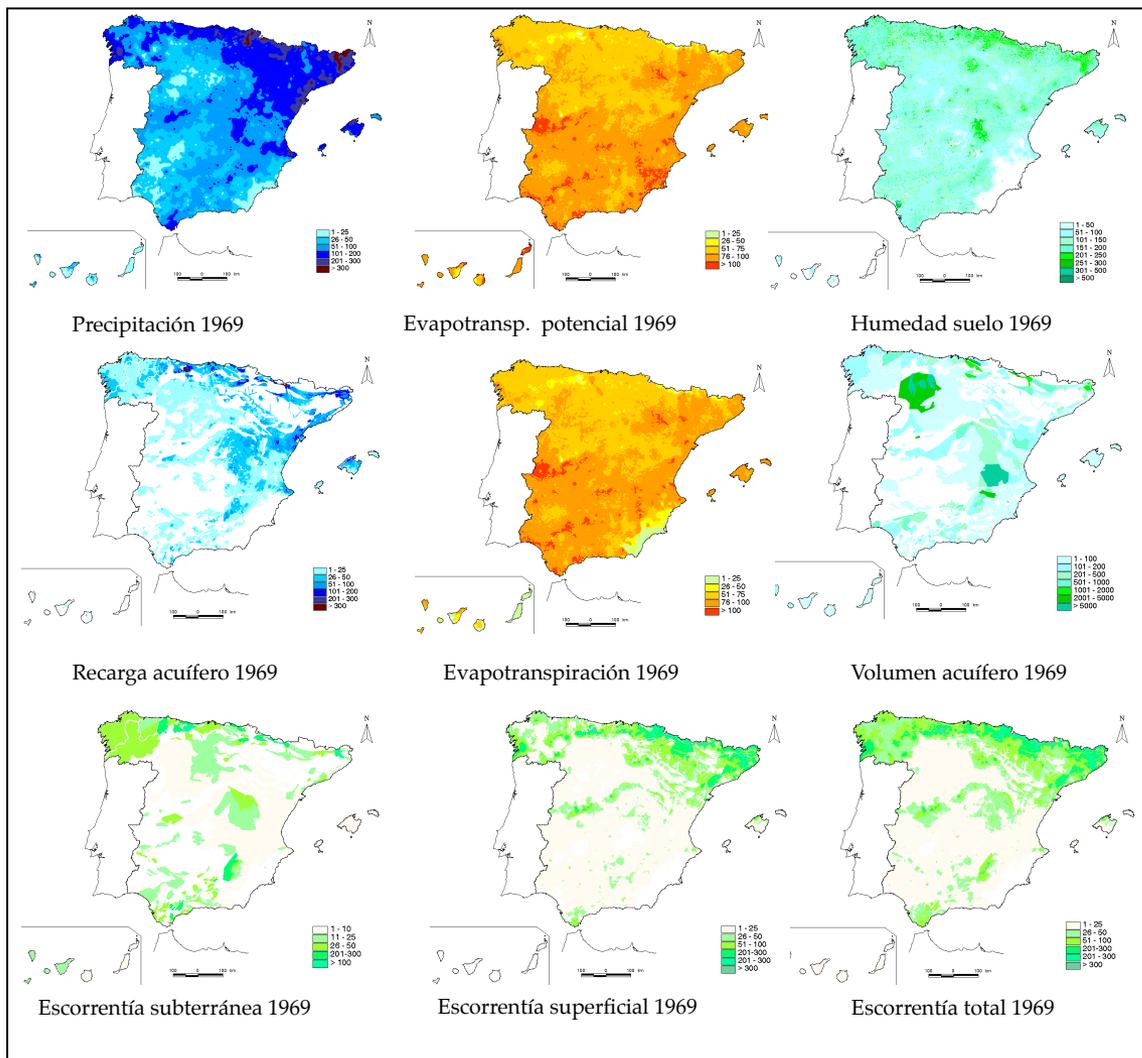


Impactos sobre los recursos hídricos en régimen natural en el Plan Nacional de Adaptación

Utilización del modelo SIMPA de simulación del ciclo hidrológico.

- Desarrollado por el CEDEX y utilizado en los trabajos del Libro Blanco del Agua en España (LBAE).
- Entradas al modelo: escenarios climáticos realizados por la Agencia Estatal de Meteorología.
- Genera series hidrológicas a escala mensual en todas las cuencas españolas (aportaciones de los ríos, recargas a los acuíferos, ...)

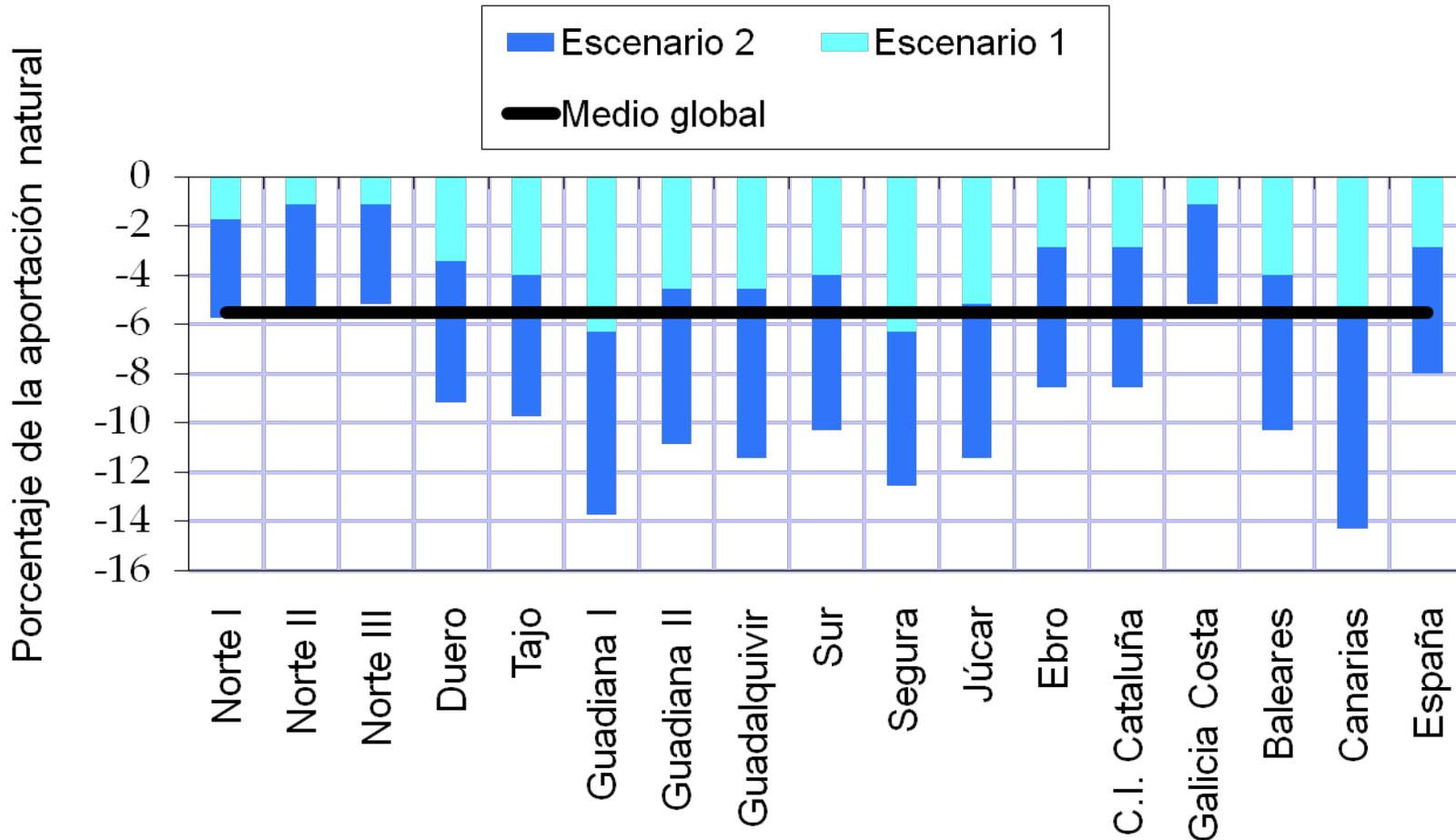
Impactos sobre los recursos hídricos en régimen natural en el Plan Nacional de Adaptación



El cambio climático en la planificación hidrológica

- Los estudios de evaluación del impacto climático sobre los recursos hídricos no se tuvieron en cuenta en los planes hidrológicos de cuenca en vigor, que fueron aprobados en el año 1998.
- La primera vez que se contemplan este tipo de estudios con cierto detalle fue en la elaboración de la Documentación Técnica del Plan Hidrológico Nacional.

El cambio climático en la planificación hidrológica



Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica (Fuente: LBAE y Documentación Técnica PHN)

El cambio climático en la planificación hidrológica

REGLAMENTO DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (RD 907/2007)

- Inventario de recursos hídricos naturales (art 11.4)

El plan hidrológico evaluará el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación. Para ello estimará los recursos que corresponderían a los escenarios climáticos previstos por el Ministerio de Medio Ambiente, que se tendrán en cuenta en el horizonte temporal indicado en el artículo 21.4.

El cambio climático en la planificación hidrológica

REGLAMENTO DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (RD 907/2007)

- Balances, asignación y reserva de recursos (Art 21.4)

Con objeto de evaluar las tendencias a largo plazo, para el horizonte temporal del año 2027 el plan hidrológico estimará el balance o balances entre los recursos previsiblemente disponibles y las demandas previsibles correspondientes a los diferentes usos. Para la realización de este balance se tendrá en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación de acuerdo con lo establecido en el artículo 11. El citado horizonte temporal se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los planes.